



Patent No.: DE 101 21 665.3

BEST AVAILABLE COPY

**DECLARATION OF TRANSLATOR**

I, Walter Herzberg, declare and say:

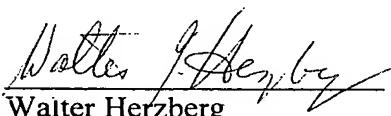
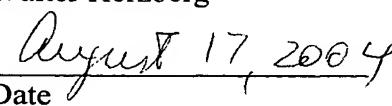
My address is: 5-21 Elizabeth Street, Fair Lawn, N.J. 07470

I speak and write English and German.

I have prepared the attached translation from German into English of the attached Patent.

I certify that the attached translation is a true, exact, and accurate translation of the aforesaid document.

I further declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code, and that such willful statements may jeopardize the validity of the application or any patent issuing thereon.

  
Walter Herzberg  
  
Date

## **English Translation of DE 101 21 665**

## VEHICLE WITH INTERNAL COMBUSTION ENGINE, FUEL CELL AND CATALYST

The invention relates to a vehicle with an internal combustion engine, a fuel cell and a catalyst of the introductory portion of claim 1.

For vehicles with an internal combustion engine, which has a catalyst for treating the exhaust gases, it is known that especially the cold-starting phase is a problem. In this operating state, the catalyst is not yet at its operating temperature, so that it is not yet effective to the extent required. For this reason, a series of measures is known for bringing the catalyst during cold starting conditions as quickly as possible to its operating temperature. Electrical heating of the catalyst is known as one of such measures. Furthermore, heating by burning a fuel is also known, for which the fuel, normally intended for the internal combustion engine, is used in a special burner for the catalyst. Moreover, it is known that the internal combustion engine, when started cold, can be operated under special conditions, so that, for example, particularly high exhaust gas temperatures or few polluting emissions result.

It is an object of the present invention to indicate a further measure for heating the catalyst rapidly, especially in the cold-starting area.

This objective is accomplished by the distinguishing features named in claim 1.

Accordingly, an essential concept of the present invention consists therein that, for a vehicle with an internal combustion engine, a catalyst and a fuel cell, at least a portion of the waste heat, developed in the fuel cell, is supplied to the catalyst by means of a thermal coupling between the fuel cell and the catalyst. In particular, the heat, contained in the waste gases, is made available to the catalyst.

This can be accomplished in accordance with one embodiment owing to the fact that the hot waste gases of the fuel cell, at least when required, are supplied to the catalyst and heat it. If this measure is to be carried out only when the catalyst is not at its operating temperature or when the fuel cell generates waste gases with appropriate heat content, a switching device should be provided, with which it is possible to switch over, so that the waste gases either are supplied to the catalyst or, otherwise discharged, for example, into the environment. For a special embodiment of the present invention, a control device is provided, which controls the switching device appropriately.

A different attempt to use the heat, stored in the waste gases of the fuel cell, consists of providing a heat exchanger, at which the waste gases of the fuel cell give up a portion of their heat, which is then, in turn, made available to the catalyst. A simple form of such a heat exchanger can be provided in the form of a tubular spiral, which is disposed spirally about the catalyst. If the waste gases are passed through the tubular spiral, they will also heat the catalyst.

As is also the case with the first alternative, the waste gases can, alternatively, be passed through the heat exchanger in the cold starting phase. If provisions are not made for passing the waste gases through the heat exchanger, these gases, as has already mentioned above, are emitted directly to the surrounding air.

In a particularly preferred embodiment, an afterburner, in which the still reactive combustion gas, which was not reacted in the fuel cell, is contained, is connected after the fuel cell. These gases are then combusted in the afterburner, the corresponding amount of heat being given off, and can then be made available in the manner described above to the catalyst either directly or by way of a heat exchanger. Temperatures of up to 1,100°C are attained by means of the afterburner. The afterburner can be connected to the circulating cooling water of the internal

combustion engine, bringing this also up to temperature, as well as generate the heat for the catalyst.

The system introduced is of particular advantage if the fuel cell is operated before the internal combustion engine is started. In this case, the catalyst can be brought at least close to the operating temperature within a relatively short time, so that the disadvantages of a normal cold start can be avoided.

With the present invention, the catalysts in the exhaust gas system of an internal combustion engine can be brought thermally to their operating temperature by coupling in the remaining heat of the waste gases of a fuel cell or of a downstream afterburner by having the waste gases flow directly through the catalyst or by way of a heat exchanger. With that, heating the catalyst electrically can be omitted.

In the following, the present invention is explained in greater detail with reference to the attached drawings, in which

Figure 1 shows a diagrammatic structural arrangement of a first embodiment of the inventive arrangement and

Figure 2 shows a diagrammatic structural arrangement, similar to that of Figure 1, however of a second embodiment.

For the present embodiment of the invention, a system with an internal combustion engine 10, a fuel cell 12 and a catalyst 16 is shown diagrammatically in Figures 1 and 2. The internal combustion engine 10 is connected with the catalyst 16 by way of an exhaust gas pipeline 18, which in turn discharges the emissions, which have been subjected to an after treatment, to the environment.

A fuel cell 12 is coupled thermally with the internal combustion engine 10 and fastened structurally to the engine block. Over a feedline 20 (which is shown only diagrammatically), the fuel cell receives the reactants, which are required for the electrochemical reaction and are reacted in the fuel cell 12 depending on the energy required. The waste gases of the fuel cell are supplied over a waste gas pipeline 22 to an afterburner 14. The waste gases of the fuel cell contain, on the one hand, consumed reactants and, on the other, reactants, which have not yet been reacted with one another and, in accordance with an existing demand for power to be supplied by the fuel cell, have not been converted into electrical energy. These still reactive reactants are combusted in the afterburner 14 with evolution of heat, by means of which temperatures ranging up to 1100°C can be produced. The afterburner is coupled structurally with the circulating cooling water of the internal combustion engine, as indicated in Figure 1 by the arrows 28 and 30, which are intended to symbolize indicate the inlet 30 of cooling water into and outlet 28 of cooling water out of the afterburner.

Moreover, the waste gases formed in the afterburner 14 are discharged from there. At a branch, labeled 26, which is provided with a switching valve, the details of which are not shown, the hot waste gases of the afterburner 14 can be switched into two different pipelines. On the one hand, the waste gases can be introduced into a pipeline 24, which discharges the waste gases into the environment. Moreover, the waste gases can also be supplied to a pipeline 18 upstream from the catalyst 16, so that they flow through the latter, heating it.

In the case of the alternative embodiment of Figure 2, identical reference numbers refer to identical parts of the invention. The alternative embodiment of Figure 2 differs from that of Figure 1 only in that the hot waste gases from the afterburner 14 are not passed directly through the catalyst 16. Instead, a spiral helix 40, through which the waste gases can be passed alternatively using a switching valve 26' (the details of which, once again, are not shown), is placed

around the catalyst. The waste gases from the afterburner 14 are then discharged once again to the environment at the end of the waste gas spiral 40.

Of course, hot waste gases from the fuel cell 12 can also be passed directly through the catalyst or along the outside of the catalyst, as shown in Figures 1 and 2. In that case, however, the waste gas temperatures are reduced from about 1,100°C to below 800°C.

In a simple and structurally advantageous manner, the present invention ensures that, in the case of a system, consisting of an internal combustion engine, an exhaust gas catalyst and a fuel cell, possibly with an afterburner, the coupling of heat is brought about between the fuel cell and afterburner on the one hand and the catalyst on the other, so that the heat, produced in the system of fuel cell and afterburner, can be used to heat the catalyst.

## Claims

1. A vehicle, comprising an internal combustion engine (10), the exhaust gases of which are delivered to a catalyst (16), and a fuel cell (12), which is provided in order to generate power and emits hot waste gases, characterized in that thermal coupling is provided between the fuel cell (12) and the catalyst (16) in such a manner, that the heat, discharged from the fuel cell (12) over the waste gases of this fuel cell, is supplied at least partially to the catalyst (16).
2. The vehicle of claim 1, characterized in that the waste gas pipeline (32) of the fuel cell (12) is constructed and connected with the catalyst (16) in such a manner, that hot waste gases from the fuel cell (12) can be passed through the catalyst (16).
3. The vehicle of claim 2, characterized in that a switching device (26), with which the waste gases can be passed alternatively through the catalyst (16), is provided in the waste gas pipeline (24, 32) of the fuel cell (12).
4. The vehicle of claim 1, characterized in that a heat exchanger (40) is provided, at which the waste gases of the fuel cell (12) emit a portion of their heat, which is then made available to the catalyst (16).
5. The vehicle of claim 4, characterized in that the heat exchanger has a tubular helix (40), which is disposed spirally about the catalyst (16).
6. The vehicle one of the preceding claims, characterized in that an afterburner (14) is provided, in which the unreacted reactants from the fuel cell (12) are combusted and which is connected between the fuel cell (12) on the one hand and the catalyst (16) or heat exchanger (40) on the other.

### **Abstract of the Disclosure**

The invention relates to a vehicle, comprising an internal combustion engine, the waste gases of which are delivered to a catalyst, and a fuel cell, which is provided to generate power and also emits hot waste gases.

In order to preheat the catalyst, it is proposed that thermal coupling between the fuel cell and the catalyst be provided in such a manner, that the heat, dissipated by the fuel cell over its waste gases, can be supplied at least partly to the catalyst.



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 101 21 665 A 1

⑯ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 60 L 1/00

⑯ Anmelder:  
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,  
DE

⑯ Erfinder:  
Wetzel, Franz-Josef, 82216 Maisach, DE; Tachtler,  
Joachim, 85737 Ismaning, DE

DE 101 21 665 A 1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑯ Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle und Katalysator

⑯ Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug, umfassend einen Verbrennungsmotor, dessen Abgase an einen Katalysator abgegeben werden, und eine Brennstoffzelle, die zur Stromerzeugung vorgesehen ist und die ebenfalls heiße Abgase emittiert. Zur Vorheizung des Katalysators wird vorgeschlagen, dass eine Wärmekopplung zwischen Brennstoffzelle und Katalysator derart vorgesehen ist, dass die von der Brennstoffzelle über deren Abgase abgeführt Wärme zumindest zum Teil an den Katalysator leitbar ist.

DE 101 21 665 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit einem Verbrennungsmotor, einer Brennstoffzelle und einem Katalysator gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bei Fahrzeugen mit einem Verbrennungsmotor, die zur Abgasnachbehandlung einen Katalysator besitzen, ist es bekannt, dass gerade die Kaltstartphase problematisch ist. In diesem Betriebszustand befindet sich der Katalysator noch nicht auf seiner Betriebstemperatur, so dass er noch nicht im erforderlichen Umfang wirksam ist. Aus diesem Grunde sind eine Reihe von Maßnahmen bekannt, den Katalysator bei Kaltstartbedingungen möglichst schnell auf seine Betriebstemperatur zu bringen. Als eine Maßnahme ist es bekannt, den Katalysator elektrisch aufzuheizen. Ferner ist auch eine Heizung mittels Verbrennen eines Brennkraftstoffes bekannt, bei der das normalerweise für den Verbrennungsmotor vorgesehene Brennstoffmittel in einem speziellen Brenner für den Katalysator verwendet wird. Überdies ist es bekannt, den Verbrennungsmotor beim Kaltstart in einer besonderen Betriebsbedingung zu betreiben, so dass beispielsweise besonders hohe Abgastemperaturen oder wenige Schadstoffemissionen anfallen.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine weitere Maßnahme zur schnellen Aufheizung des Katalysators, insbesondere im Kaltstartbereich, anzugeben.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

[0005] Demgemäß besteht ein wesentlicher Gedanke der vorliegenden Erfindung darin, bei einem Fahrzeug mit einem Verbrennungsmotor, einem Katalysator und einer Brennstoffzelle zumindest einen Teil der in der Brennstoffzelle entstehende Abwärme mittels einer Wärmekopplung zwischen Brennstoffzelle und Katalysator dem Katalysator zuzuführen. Insbesondere werden dabei die in den Abgasen enthaltenen Wärmemengen dem Katalysator zur Verfügung gestellt.

[0006] Dies kann gemäß einer Ausführungsform dadurch geschehen, dass die heißen Abgase der Brennstoffzelle zumindest bei Bedarf durch den Katalysator geleitet werden und diesen erhitzten. Sollte diese Maßnahme nur dann durchgeführt werden, wenn sich der Katalysator nicht auf seiner Betriebstemperatur befindet oder wenn die Brennstoffzelle überhaupt Abgase mit einem entsprechenden Wärmeinhalt generiert, so sollte eine Umschalteinrichtung vorgesehen werden, mit der eine Umschaltung in der Weise erfolgen kann, dass die Abgase wahlweise durch den Katalysator oder im anderen Fall beispielsweise an die Umgebung geleitet werden. Bei einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist dazu eine Steuervorrichtung vorgesehen, die die Umschalteinrichtung entsprechend steuert.

[0007] Ein anderer Ansatz, die in den Abgasen der Brennstoffzelle gespeicherte Wärme zu nutzen besteht darin, einen Wärmetauscher vorzusehen, an den die Abgase der Brennstoffzelle einen Teil ihrer Wärme abgeben, die dann wiederum dem Katalysator zur Verfügung gestellt wird. Eine einfache Form eines solchen Wärmetauschers kann in Form einer Rohrwendel vorgesehen sein, die spiralförmig um den Katalysator angeordnet ist. Werden die Abgase durch die Rohrwendel hindurchgeleitet, so erwärmen sie den Katalysator ebenfalls.

[0008] Wie auch bei der ersten Alternative kann die Durchleitung des Wärmetauschers mit Abgasen wahlweise, beispielsweise in der Kaltstartphase erfolgen. Ist eine Durchleitung nicht vorgesehen, so werden die Abgase – wie oben bereits erwähnt – direkt an die Umluft abgegeben.

[0009] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gegeben, wenn nach der Brennstoffzelle noch ein

Nachbrenner nachgeschaltet ist, in dem ein noch reaktionsfähiges Verbrennungsgas, welches in der Brennstoffzelle nicht umgesetzt wurde, enthalten ist. Im Nachbrenner werden diese Gase dann unter entsprechender Wärmeabgabe

5 verbrannt und können dann in gleicher Weise wie oben dargestellt dem Katalysator direkt oder über einen Wärmetauscher zur Verfügung gestellt werden. Mittels des Nachbrenners erreicht man dabei Temperaturen von bis zu 1.100°. Der Nachbrenner kann sowohl an den Kühlwasserkreislauf des Verbrennungsmotors angeschlossen werden und diesen ebenfalls auf Temperatur bringen, wie auch die Wärme für den Katalysator generieren.

[0010] Von besonderem Vorteil ist das vorgestellte System, wenn die Brennstoffzelle bereits vor dem Start des Verbrennungsmotors betrieben wird, in diesem Fall kann der Katalysator relativ kurzfristig zumindest in die Nähe der Betriebstemperatur gebracht werden, so dass die Nachteile eines normalen Kaltstarts vermieden werden können.

[0011] Insgesamt können mit der vorliegenden Erfindung 15 die Katalysatoren im Abgassystem eines Verbrennungsmotors durch Einkoppeln der verbleibenden Abgaswärme einer Brennstoffzelle oder eines nachgeschalteten Nachbrenners entweder mittels direkter Durchströmung oder via Wärmetauscher thermisch auf ihre Arbeitstemperatur gebracht werden. Eine elektrische Katalysatorheizung kann damit entfallen.

[0012] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

20 [0013] Fig. 1 eine schematische Konstruktionsanordnung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung und

[0014] Fig. 2 eine schematische Konstruktionsdarstellung wie Fig. 1, jedoch gemäß einer zweiten Ausführungsform.

25 [0015] Bei der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung ist in den Fig. 1 und 2 schematisch ein System mit einem Verbrennungsmotor 10, einer Brennstoffzelle 12 und einem Katalysator 16 dargestellt. Der Verbrennungsmotor 10 ist über eine Abgasleitung 18 mit dem Katalysator 16

30 verbunden, der wiederum über eine Abgasleitung die abgasnachbehandelten Emissionen an die Umgebung abführt.

[0016] Mit dem Verbrennungsmotor 10 ist eine Brennstoffzelle 12 wärmetechnisch gekoppelt und konstruktiv am Motorblock befestigt. Die Brennstoffzelle erhält über eine

35 Zuführung 20 (nur schematisch dargestellt) die für die elektrochemische Reaktion notwendigen Reaktanden, die je nach Energieanforderung in der Brennstoffzelle 12 umgesetzt werden. Über eine Abgasleitung 22 werden die Abgase der Brennstoffzelle einem Nachbrenner 14 zugeführt. Die

40 Abgase der Brennstoffzelle enthalten zum einen verbrauchte Reaktanden, zum anderen aber noch nicht miteinander reagierte Reaktanden, die einer vorliegenden Leistungsanforderung an die Brennstoffzelle nicht in elektrische Energie umgesetzt wurden. Diese noch reaktionsfähigen Reaktanden

45 werden im Nachbrenner 14 verbrannt, wodurch eine Wärmeentwicklung im Bereich bis zu 1.100°C erzeugt werden kann. Der Nachbrenner ist konstruktiv mit dem Kühlwasserkreislauf des Verbrennungsmotors gekoppelt, was in Fig. 1 durch die Pfeile 28 und 30 dargestellt worden ist, welche einen Kühlwassereintritt 30 und einen Kühlwasseraustritt 28

50 aus dem Nachbrenner symbolisieren soll.

[0017] Überdies werden aus dem Nachbrenner 14 die dort entstandenen Abgase abgeführt. An einer mit der Bezugsziffer 26 bezeichneten Verzweigung, die mit einem vorliegend

55 nicht näher dargestellten Umschaltventil versehen ist, können die heißen Abgase des Nachbrenners 14 in zwei verschiedene Rohrleitungen geschaltet werden. Zum einen können die Abgase in eine Rohrleitung 24 eingeleitet wer-

den, die die Abgase an die Umgebung leitet. Überdies können die Abgase aber auch in die Rohrleitung 18 eingeführt werden und zwar stromaufwärts des Katalysators 16, so dass sie diesem durchströmen und dabei erhitzen.

[0018] Bei der alternativen Ausführungsform gemäß Fig. 2 bezeichnen gleiche Bezugsziffern gleiche Teile der Erfindung. Die alternative Ausführungsform in Fig. 2 unterscheidet sich von derjenigen in Fig. 1 lediglich dadurch, dass die heißen Abgase aus dem Nachbrenner 14 nicht direkt durch den Katalysator 16 eingeleitet werden. Vielmehr ist eine Spiralwendel 40 um den Katalysator gelegt, durch welche die Abgase über ein Umschaltventil 26' (wiederum nicht genauer dargestellt) alternativ hindurchgeleitet werden können. Am Ende der Abgasspirale 40 werden die Abgase aus dem Nachbrenner 14 dann wieder an die Umgebung abgegeben. 5

[0019] Natürlich können heiße Abgase aus der Brennstoffzelle 12 auch unmittelbar in den in den Fig. 1 und 2 dargestellten Weisen durch den Katalysator geführt oder außen am Katalysator entlanggeführt werden. Allerdings reduzieren sich dann die Abgastemperaturen von etwa 1.100°C auf unter 800°C. 20

[0020] Die vorliegende Erfindung stellt auf einfache und konstruktiv günstige Weise sicher, dass bei einem aus Verbrennungsmotor, Abgaskatalysator und Brennstoffzelle – 25 eventuell mit Nachbrenner – bestehenden System eine Wärmekopplung zwischen Brennstoffzelle/Nachbrenner und Katalysator hergestellt ist, so dass die in dem System aus Brennstoffzelle/Nachbrenner entstehende Wärme zur Aufheizung des Katalysators dienen kann. 30

zwischengeschaltet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Fahrzeug umfassend einen Verbrennungsmotor (10), dessen Abgase an einen Katalysator (16) abgegeben werden, und eine Brennstoffzelle (12), die zur Stromerzeugung vorgesehen ist und die heiße Abgase emittiert, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wärmekopplung zwischen Brennstoffzelle (12) und Katalysator (16) derart vorgesehen ist, dass die von der Brennstoffzelle (12) über deren Abgase abgeföhrte Wärme zumindest zum Teil an den Katalysator (16) leitbar ist. 35
2. Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasleitung (32) der Brennstoffzelle (12) derart ausgebildet und mit dem Katalysator (16) verbunden ist, dass das heiße Abgas aus der Brennstoffzelle (12) durch den Katalysator (16) leitbar ist. 40
3. Fahrzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Umschalteinrichtung (26) in der Abgasleitung (24, 32) der Brennstoffzelle (12) vorgesehen ist, mit der die Abgase wahlweise durch den Katalysator (16) leitbar sind. 45
4. Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wärmetauscher (40) vorgesehen ist, an den die Abgase der Brennstoffzelle (12) einen Teil ihrer Wärme abgeben, die dann dem Katalysator (16) zur Verfügung gestellt ist. 50
5. Fahrzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher eine Rohrwendel (40) aufweist, die spiralförmig um den Katalysator (16) angeordnet ist. 55
6. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Nachbrenner (14) vorgesehen ist, in dem die nicht reagierten Reaktanden aus der Brennstoffzelle (12) verbrannt werden und der zwischen Brennstoffzelle (12) einerseits und Katalysator (16) oder Wärmetauscher (40) andererseits 60
- 65

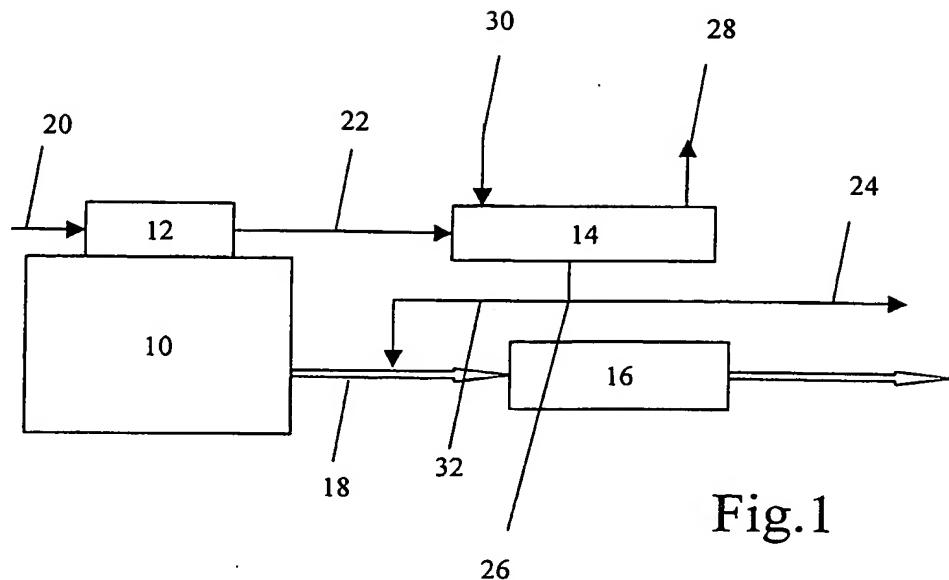


Fig. 1

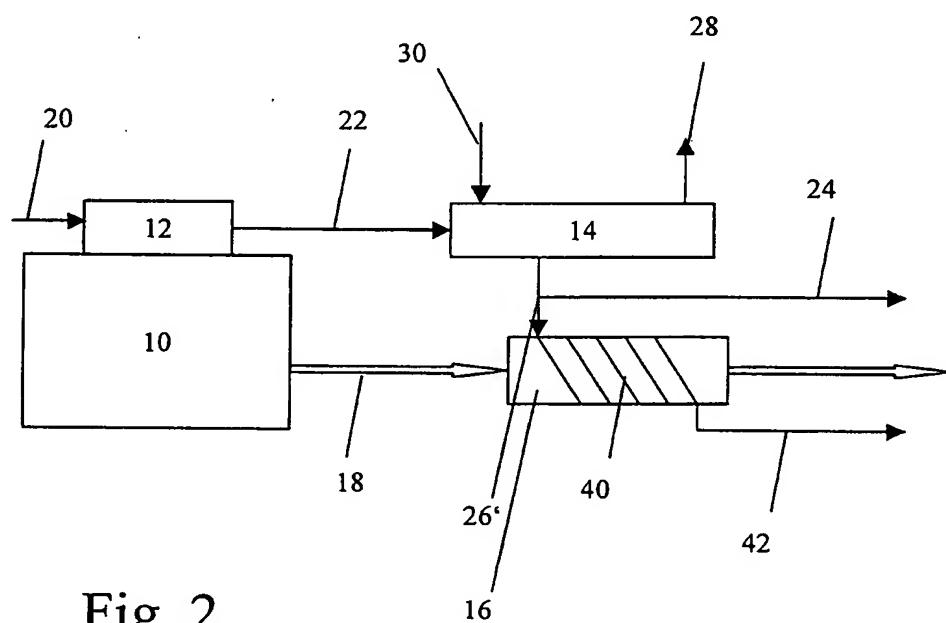


Fig. 2